

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-068334

(43)Date of publication of application : 07.03.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/04  
// H01M 8/10

(21)Application number : 2001-256833

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 27.08.2001

(72)Inventor : SUGAWARA TATSUYA  
MIYANO KOJI

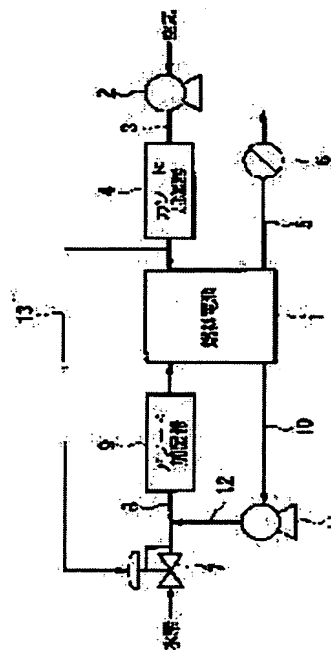
## (54) FUEL CIRCULATING FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve controllability of the pressure difference between poles in a fuel circulating fuel cell system.

**SOLUTION:** A fuel gas, hydrogen, is depressurized by a fuel gas pressure control valve 7, a made to flow through a hydrogen supply channel 8 into an anode humidifier 9, humidified therein, and fed to the anode of the fuel cell 1. The hydrogen off-gas discharged from the fuel cell 1 is pressurized by a hydrogen pump 11, and returned to the hydrogen supply channel 8 to be circulated. An oxidizing gas, air, is pressurized by a compressor 2, humidified in a cathode humidifier 4, and fed to the cathode of the fuel cell 1. The air off-gas discharged from the fuel cell 1 is released through a pressure control valve 6 into the air.

The air pressurized by the compressor 2 is introduced to the fuel gas pressure control valve 7 as a signal pressure, based on which the valve opening of the fuel gas pressure control valve 7 is adjusted so as to hold the pressure difference between the poles of the fuel cell 1 within a predetermined range.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

30.08.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the fuel circuit system fuel cell system which have the fuel cell which fuel gas and oxidant gas are supplied [ fuel cell ] and generates the electrical and electric equipment, and the fuel off-gas discharged from this fuel cell is made to join said fuel gas, and is supplied The 1st thrust which consists of a pressure of the fuel gas before said fuel cell supply which said fuel off-gas was pressurized [ supply ] on the passage of said fuel off-gas, and made said pressurized fuel off-gas join said fuel gas, By performing opening adjustment of a bulb based on the 2nd thrust which consists of a pressure of the oxidant gas before said fuel cell supply, and pressure of an elastic body, and counters said 1st thrust The fuel circuit system fuel cell system characterized by having a fuel gas pressure regulation means to adjust the pressure of the fuel gas supplied to said fuel cell.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the fuel cell system of a fuel circuit system which the fuel off-gas especially discharged from a fuel cell is made to join fuel gas, and is made to circulate through it about a fuel cell system equipped with the fuel cell which fuel gas and oxidant gas are supplied [ fuel cell ] and generates the electrical and electric equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] The both sides of the solid-state polyelectrolyte film are equipped with an anode and a cathode, fuel gas (for example, hydrogen gas) is supplied to an anode, oxidant gas (for example, oxygen or air) is supplied to a cathode, and there are some which extracted the chemical energy concerning the oxidation reduction reaction of these gas as direct electrical energy in the fuel cell carried in a fuel cell powered vehicle etc. In this fuel cell, hydrogen gas ionizes with an anode and it moves in the inside of a solid-state polyelectrolyte, and an electron can move to a cathode through an external load, and can take out now the electrical energy by a series of electrochemical reaction which reacts with oxygen and generates water.

[0003] In the fuel cell system equipped with this kind of fuel cell, in order to discharge the water of condensation generated with a generation of electrical energy in order to prevent the lack of gas in a transitional condition, it is necessary to supply more fuel gas and oxidant gas than the actual consumption in a fuel cell. Thus, although the fuel gas which was not consumed will be discharged from a fuel cell when more fuel gas than actual consumption is supplied to a fuel cell, energy will be wasted when this is emitted to atmospheric air. In the fuel cell powered vehicle which carried the fuel cell system especially, it becomes fuel consumption aggravation. Then, the gas (this is hereafter called fuel off-gas) discharged from the anode side of a fuel cell is pressurized with pressurization means, such as a pump, including the fuel gas which was not consumed with a fuel cell, and the fuel cell system (this is hereafter called fuel circuit system fuel cell system) through which make join new fuel gas and a fuel cell is made to circulate again is developed.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, a fuel cell needs to control the differential pressure (this is hereafter called electrode differential pressure) of the pressure by the side of an anode, and the pressure by the side of a cathode below to a predetermined value for breakage prevention of the solid-state polyelectrolyte film etc. When electrode differential pressure is controlled in the fuel circuit system fuel cell system mentioned above here, A pressure sensor detects the pressure by the side of an anode, and the pressure by the side of a cathode, respectively. Although the system which carries out feedback control of the pressure control valve of \*\* / empty type which changed this into the electrical signal, and inputted into the control unit (ECU), and ECU installed in the fuel gas supply system based on this input signal is considered easily When it is made such a system, there is a problem that control becomes very complicated and becomes cost quantity. Then, this invention offers the fuel circuit system fuel cell system by which the controllability of electrode differential pressure can plan cost reduction

well.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, invention indicated to claim 1 Fuel gas (for example, hydrogen gas in the gestalt of operation mentioned later), and oxidant gas The fuel cell which it is supplied [ fuel cell ] and generates the electrical and electric equipment (For example, air in the gestalt of operation mentioned later) The fuel off-gas which is equipped with (for example, the fuel cell 1 in the gestalt of operation mentioned later), and is discharged from this fuel cell In the fuel circuit system fuel cell system which (for example, the hydrogen off-gas in the gestalt of operation mentioned later) is made to join said fuel gas, and supplies it Said fuel off-gas is pressurized on the passage (for example, the hydrogen off-gas way 10 in the gestalt of operation mentioned later, the hydrogen off-gas recovery way 12) of said fuel off-gas. The 1st thrust which consists of a pressure of the fuel gas before said fuel cell supply which made said pressurized fuel off-gas join said fuel gas, By performing opening adjustment of a bulb based on the 2nd thrust which consists of a pressure of the oxidant gas before said fuel cell supply, and pressure of an elastic body (for example, spring 31 in the gestalt of operation mentioned later), and counters said 1st thrust It is characterized by having a fuel gas pressure regulation means (for example, the hydrogen pump 11 and the fuel gas pressure regulating valve 7 in a gestalt of the operation mentioned later) to adjust the pressure of the fuel gas supplied to said fuel cell.

[0006] Thus, by constituting, opening adjustment is mechanically performed with a fuel gas pressure regulation means based on the differential pressure of the gas pressure after the fuel off-gas and fuel gas after pressurization join, and oxidant gas, i.e., the electrode differential pressure of a fuel cell. Therefore, it becomes possible by setting an elastic body as predetermined to control easily to electrode differential pressure of fuel cell request-within the limits.

[0007]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of the fuel circuit system fuel cell system (it abbreviates to a fuel cell system hereafter) concerning this invention is explained with reference to the drawing of drawing 4 from drawing 1 . In addition, the fuel cell system in the gestalt of this operation is the mode carried in the fuel cell powered vehicle. Drawing 1 is the outline block diagram of a fuel cell system. A fuel cell 1 carries out the laminating of many cells in which it comes to prepare the gas passageway for an anode and a cathode being formed in the both sides of the solid-state polyelectrolyte film, and supplying reactant gas to the outside of each electrode, and is constituted. The hydrogen gas as fuel gas is supplied to an anode, and this fuel cell 1 generates electricity by supplying the air as oxidant gas to a cathode.

[0008] Air is pressurized by the air compressor 2, after it is humidified with the cathode humidifier 4 through the air supply way 3, it is supplied to the cathode of a fuel cell 1, after the oxygen in this air is offered as an oxidizer, is discharged by the air off-gas way 5 as air off-gas from a fuel cell 1, and is emitted to atmospheric air through a pressure control valve 6. The control unit (ECU) for fuel cells which is not illustrated controls the opening of a pressure control valve 6, and adjusts the supply pressure of the air by the side of a cathode to the pressure according to the demand output of a fuel cell 1 while it controls the rotational frequency of an air compressor 2 and supplies the air of the specified quantity to a fuel cell 1 according to the output (henceforth, demand output) demanded of the fuel cell 1.

[0009] After the hydrogen gas emitted from the high-pressure hydrogen tank which is not illustrated on the other hand is decompressed by the fuel gas pressure regulating valve (fuel gas pressure regulation means) 7, flows into the anode humidifier 9 through the hydrogen gas supply way 8 and is humidified with the anode humidifier 9, it is supplied to the anode of a fuel cell 1. After a generation of electrical energy is presented with this hydrogen gas, it is discharged by the hydrogen off-gas way 10 as hydrogen off-gas from a fuel cell 1. The hydrogen off-gas discharged by the hydrogen off-gas way 10 is pressurized with a hydrogen pump 11, is returned to the hydrogen gas supply way 8 through the hydrogen off-gas recovery way 12, joins the new hydrogen gas supplied through the fuel gas pressure regulating valve 7, is again supplied to a fuel cell 1, and circulates. That is, the hydrogen pump 11 is

formed on the passage of hydrogen off-gas, and hydrogen off-gas will be pressurized on hydrogen off-gas passage.

[0010] A hydrogen pump 11 has a rotational frequency controlled according to the demand output of a fuel cell 1, and it is controlled so that a rotational frequency becomes large, as the demand output of a fuel cell 1 becomes large. That is, it is controlled by the fuel cell system so that the circulating load of hydrogen off-gas increases, as the demand output of a fuel cell 1 becomes large. Drawing 2 is drawing showing the relation between the output of the fuel cell 1 in the gestalt of this operation, and the power consumption of a hydrogen pump 11. In addition, if the rotational frequency of a hydrogen pump 11 is raised, the power consumption of a hydrogen pump 11 will increase.

[0011] The fuel gas pressure regulating valve 7 is a bias type pressure regulating valve of a signal pressure installation mold, the air pressure before a fuel cell 1 is supplied is inputted through the pneumatic-signal installation way 13 as signal pressure, and the pressure of the hydrogen gas of fuel gas pressure-regulating-valve 7 outlet regulates the pressure of it so that only a predetermined value (for example, 10kPa(s) or 20kPa(s)) may become high to said signal pressure.

[0012] This fuel gas pressure regulating valve 7 is explained with reference to the outline sectional view of drawing 3. The building envelope of the body 21 of the fuel gas pressure regulating valve 7 is divided up and down by the pressure regulation diaphragms 22a and 22b, the space above diaphragm 22a has become the signal pressure room 23, and the space below diaphragm 22b has become the hydrogen gas passageway 24. The signal pressure room 23 is the closed space equipped with the air installation hole 25, and the air pressurized by the compressor 2 is introduced into the signal pressure room 23 from the air installation hole 25 through the pneumatic-signal installation way 13.

[0013] The hydrogen gas passageway 24 equips the pars intermedia with the valve seat 26, and the hydrogen gas emitted from said high-pressure hydrogen tank is supplied to hydrogen gas-passageway 24a of the upstream through the hydrogen gas inlet 27 rather than a valve seat 26. Moreover, hydrogen gas-passageway 24b of the downstream is connected to the hydrogen gas supply way 8 through the hydrogen gas outlet 28 rather than the valve seat 26. Diaphragms 22a and 22b were connected by the stem 29, interlocked, projected the stem 29 in hydrogen gas-passageway 24b, and are equipped with the valve element 30 at the tip. a valve element 30 -- the valve seat 26 from the hydrogen gas-passageway 24a side -- taking a seat -- alienation has become possible, if a valve element 30 sits down to a valve seat 26, hydrogen gas-passageway 24a and hydrogen gas-passageway 24b will be intercepted, the fuel gas pressure regulating valve 7 will be in a close-by-pass-bulb-completely condition, if a valve element 30 estranges from a valve seat 26, hydrogen gas-passageway 24a and hydrogen gas-passageway 24b are open for free passage, and the fuel gas pressure regulating valve 7 will be in a valve-opening condition. In addition, drawing 3 shows the close-by-pass-bulb-completely-like object of the fuel gas pressure regulating valve 7.

[0014] Moreover, the spring 31 for a bias setup (elastic body) which forces diaphragm 22a in the direction close to the hydrogen gas passageway 24 is installed in the signal pressure room 23, and a spring 31 is energized through diaphragm 22a and a stem 29 in the direction which estranges a valve element 30 from a valve seat 26.

[0015] thus, in the constituted fuel gas pressure regulating valve 7 Since the pressure of the hydrogen gas in hydrogen gas-passageway 24ba acts on the inferior surface of tongue of diaphragm 22b Since the 1st thrust acts on the inferior surface of tongue of diaphragm 22b upward based on this and the pressure of the air in the signal pressure room 23 and the pressure of a spring 31 act on the top face of diaphragm 22a on the other hand, the 2nd thrust based on these acts on the top face of diaphragm 22a downward. And Diaphragms 22a and 22b will be governed by the thrust difference of these 1st thrusts and the 2nd thrust, and will move. Namely, when the 1st thrust is larger than the 2nd thrust, the upward force acts on Diaphragms 22a and 22b. A valve element 30 is pushed in the direction (namely, the direction of clausilium) made to approach a valve seat 26, when the 1st thrust becomes smaller than the 2nd thrust, the downward force acts on Diaphragms 22a and 22b, and it pushes in the direction (namely, the valve-opening direction) which makes a valve element 30 estrange from a valve seat 26.

[0016] By the way, the pressure of the air supplied to the signal pressure room 23 is this \*\* mostly with

the gas pressure by the side of the cathode in a fuel cell 1. Moreover, the hydrogen off-gas pressurized by the hydrogen pump 11 and the hydrogen gas of the pressure of the hydrogen gas in hydrogen gas-passageway 24b newly supplied through the fuel gas pressure regulating valve 7 are almost the same as that of the pressure of the hydrogen gas which joined on the hydrogen gas supply way 8. From this, the pressure of the hydrogen gas in hydrogen gas-passageway 24b can be said to be this \*\* mostly with the gas pressure by the side of the anode in a fuel cell 1. Therefore, this fuel gas pressure regulating valve 7 is a pressure regulating valve which performs opening adjustment of a bulb according to the magnitude of the differential pressure of the gas pressure by the side of the cathode of a fuel cell 1, and the gas pressure by the side of an anode, i.e., electrode differential pressure, when electrode differential pressure becomes predetermined magnitude, said the 1st thrust and said 2nd thrust will balance, and whenever [ valve-opening ] will be determined. And electrode differential pressure can be set as desired magnitude by setting the load rate of a spring 31 as predetermined.

[0017] The 1st thrust which the fuel gas pressure regulating valve 7 will become from the pressure of the hydrogen gas before supply to the fuel cell 1 which made the hydrogen off-gas pressurized by the hydrogen pump 11 join the hydrogen gas supplied from the high-pressure hydrogen tank if it puts in another way, It is a part of fuel gas pressure regulation means which adjusts the pressure of the fuel gas which performs opening adjustment of a bulb based on the 2nd thrust which consists of a pressure of the air before supply to a fuel cell 1, and pressure of a spring 31, and counters said 1st thrust, and is supplied to a fuel cell 1. Even if the continuous line shows the observation result of the electrode differential pressure when changing the output of a fuel cell 1 in this fuel cell system and it changes the output of a fuel cell 1 in drawing 4, it can check that electrode differential pressure is controllable within the limits of predetermined.

[0018] Thus, in this fuel cell system, though it is the fuel circuit system fuel cell system which the hydrogen off-gas discharged from a fuel cell 1 is made to join the new hydrogen gas supplied through the fuel gas pressure regulating valve 7, and supplies it to a fuel cell 1, by the easy configuration, it can control now easily in the range of a request of electrode differential pressure, and cost reduction can be planned.

[0019] By the way, by this fuel cell system, although the hydrogen pump 11 was formed between the hydrogen off-gas way 10 and the hydrogen off-gas recovery way 12 (i.e., the passage top of hydrogen off-gas), that reason is explained below. Although the gas pressure which made hydrogen off-gas join hydrogen gas acts on diaphragm 22b of the fuel gas pressure regulating valve 7 in the case of the fuel cell system (this is hereafter called fuel cell system of the example of a comparison) which is in the middle of the hydrogen gas supply way 8, and comes to install a hydrogen pump 11 down-stream rather than the juncture of hydrogen gas and hydrogen off-gas as shown in drawing 5, this gas pressure is the gas pressure before pressurizing with a hydrogen pump 11. Therefore, the gas pressure by the side of the anode of a fuel cell 1 is not acts on diaphragm 22b. And since a fuel cell 1 will be supplied after this adjusted hydrogen gas is pressurized with a hydrogen pump 11 in spite of having adjusted the pressure of hydrogen gas based on the gas pressure by the side of a cathode by the fuel gas pressure regulating valve 7, it becomes a control system with it difficult [ to control the gas pressure by the side of an anode ], and it difficult [ to control electrode differential pressure in the predetermined range ].

[0020] In drawing 4, the two-dot chain line shows the observation result of the electrode differential pressure when changing the output of a fuel cell 1 in the fuel cell system of said example of a comparison. Here, the control condition of a hydrogen pump 11 presupposed that it is the same as the time of installing a hydrogen pump 11 on the passage of hydrogen off-gas. That is, it controlled to enlarge power consumption of a hydrogen pump 11 as were shown in drawing 2 and the output of a fuel cell 1 became large. Consequently, in the case of the fuel cell system of the example of a comparison, electrode differential pressure is uncontrollable to predetermined within the limits, and electrode differential pressure has also become large as the output of a fuel cell 1 becomes large. After all, in having installed the hydrogen pump 11 down-stream rather than the juncture of hydrogen gas and hydrogen off-gas, control of electrode differential pressure becomes difficult. Therefore, when the controllability of electrode differential pressure is taken into consideration, a hydrogen pump 11 must be

installed on the passage of hydrogen off-gas.

[0021] Gestalt] of operation of others [ [ ] In addition, this invention is not restricted to the gestalt of operation mentioned above. For example, the fuel gas pressure regulating valve 7 may be a regulator valve of the proportional expression which regulates the pressure of the pressure of hydrogen gas the predetermined twice (for example, 1.1 to 1.3 times) of signal pressure.

[0022]

[Effect of the Invention] Since it is easily controllable to electrode differential pressure of fuel cell request-within the limits by setting the elastic body of a fuel gas pressure regulation means as predetermined to explain above according to invention indicated to claim 1, the system configuration of a fuel circuit system fuel cell system becomes easy, and the outstanding effectiveness that cost reduction can be planned is done so.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is an outline block diagram in the gestalt of 1 operation of the fuel circuit system fuel cell system concerning this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the relation between the output of a fuel cell, and the power consumption of a hydrogen pump in the gestalt of said operation.

[Drawing 3] It is the sectional view of the fuel gas pressure regulating valve in the gestalt of said operation.

[Drawing 4] It is drawing showing the observation result of change of the electrode differential pressure to output change of a fuel cell.

[Drawing 5] It is the outline block diagram of the fuel cell system in the example of a comparison.

[Description of Notations]

1 Fuel Cell

7 Fuel Gas Pressure Regulating Valve (Fuel Gas Pressure Regulation Means)

10 Hydrogen Off-gas Way (Passage of Hydrogen Off-gas)

11 Hydrogen Pump (Fuel Gas Pressure Regulation Means)

12 Hydrogen Off-gas Recovery Way (Passage of Hydrogen Off-gas)

31 Spring (Elastic Body)

---

[Translation done.]

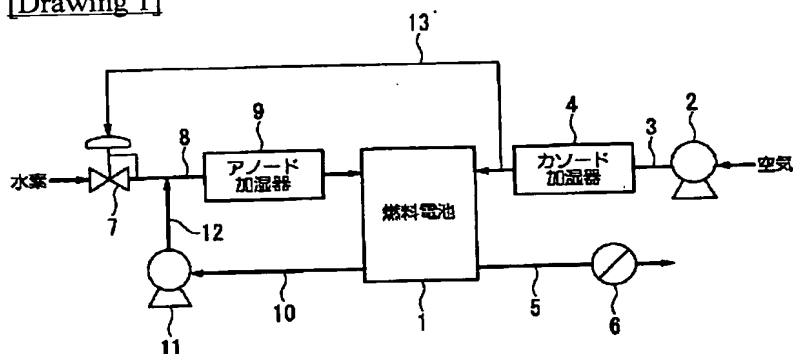
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

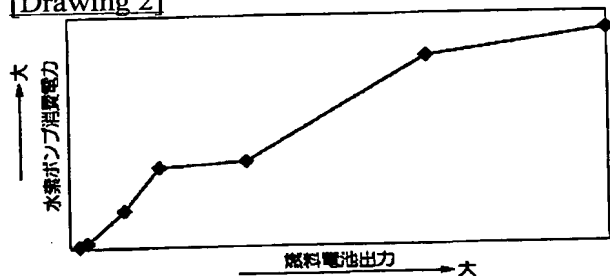
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

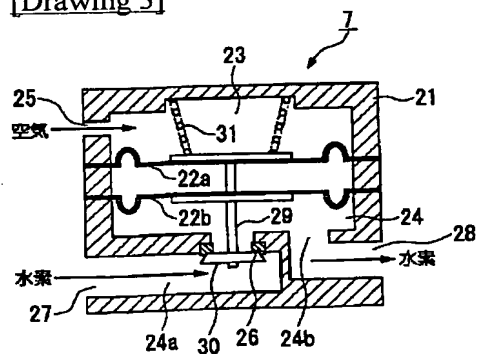
[Drawing 1]



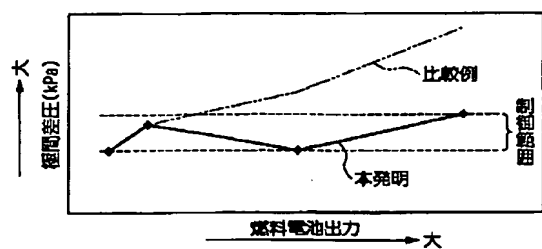
[Drawing 2]



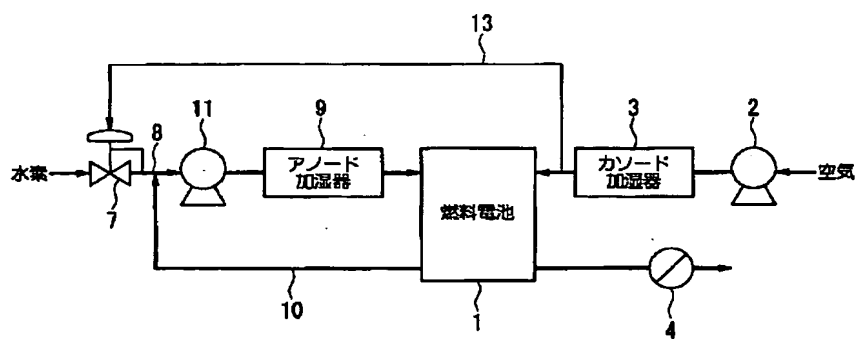
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-68334  
(P2003-68334A)

(43) 公開日 平成15年3月7日 (2003.3.7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	A 5 H 0 2 6
			N 5 H 0 2 7
// H 0 1 M 8/10		8/10	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-256833 (P2001-256833)

(22) 出願日 平成13年8月27日 (2001.8.27)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社  
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 菅原 竜也

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

(72) 発明者 宮野 貢次

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外5名)

Fターム (参考) 5H026 AA06 CX08 HH09

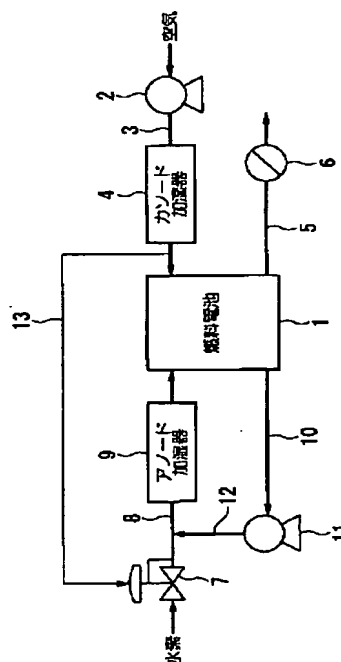
5H027 AA06 BA19 KK02 KK05 MM09

(54) 【発明の名称】 燃料循環式燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料循環式燃料電池システムにおける極間差圧の制御性向上を図る。

【解決手段】 燃料ガスとしての水素ガスは、燃料ガス圧力調整弁7で減圧され、水素ガス供給路8を通してアノード加湿器9に流入し、アノード加湿器9で加湿されて燃料電池1のアノードに供給される。燃料電池1から排出された水素オフガスは水素ポンプ11によって加圧されて水素ガス供給路8に戻され、循環する。酸化剤ガスとしての空気はコンプレッサ2で加圧され、カソード加湿器4で加湿された後に燃料電池1のカソードに供給される。燃料電池1から排出された空気オフガスは圧力制御弁6を介して大気へ放出される。コンプレッサ2で加圧された空気は信号圧として燃料ガス圧力調整弁7に導入され、この信号圧に基づき、燃料電池1の極間差圧を所定範囲内に納めるように燃料ガス圧力調整弁7の弁開度が調整される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料ガスと酸化剤ガスとを供給されて電気を発生させる燃料電池を備え、該燃料電池から排出される燃料オフガスを前記燃料ガスに合流させて供給する燃料循環式燃料電池システムにおいて、前記燃料オフガスの流路上で前記燃料オフガスを加圧し、

加圧された前記燃料オフガスを前記燃料ガスに合流させた前記燃料電池供給前の燃料ガスの圧力からなる第 1 の推力と、前記燃料電池供給前の酸化剤ガスの圧力および弾性体の押し付け力からなり前記第 1 の推力に対向する第 2 の推力とに基づいてバルブの開度調整を行うことにより、前記燃料電池に供給される燃料ガスの圧力を調整する燃料ガス圧力調整手段、を有することを特徴とする燃料循環式燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、燃料ガスと酸化剤ガスとを供給されて電気を発生させる燃料電池を備える燃料電池システムに関し、特に、燃料電池から排出される燃料オフガスを燃料ガスに合流させて循環させる燃料循環式の燃料電池システムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】燃料電池自動車等に搭載される燃料電池には、固体高分子電解質膜の両側にアノードとカソードとを備え、アノードに燃料ガス（例えば水素ガス）を供給し、カソードに酸化剤ガス（例えば酸素あるいは空気）を供給して、これらガスの酸化還元反応にかかる化学エネルギーを直接電気エネルギーとして抽出するようにしたものがある。この燃料電池では、アノードで水素ガスがイオン化して固体高分子電解質中を移動し、電子は、外部負荷を通過してカソードに移動し、酸素と反応して水を生成する一連の電気化学反応による電気エネルギーを取り出すことができるようになっている。

【0003】この種の燃料電池を備えた燃料電池システムにおいては、過渡的な状態でのガス不足を防止するためや、発電に伴って発生する凝縮水を排出するために、燃料ガスおよび酸化剤ガスを燃料電池における実際の消費量よりも多めに供給する必要がある。このように実際の消費量よりも多い燃料ガスを燃料電池に供給すると、消費されなかった燃料ガスが燃料電池から排出されることとなるが、これを大気中に放出してしまうとエネルギーを浪費することとなる。特に、燃料電池システムを搭載した燃料電池自動車においては燃費悪化となる。そこで、燃料電池で消費されなかった燃料ガスを含み、燃料電池のアノード側から排出されるガス（以下、これを燃料オフガスという）をポンプ等の加圧手段で加圧して、新規の燃料ガスと合流させて再び燃料電池に循環させる燃料電池システム（以下、これを燃料循環式燃料電池シ

ステムという）が開発されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、燃料電池は固体高分子電解質膜の破損防止などのために、アノード側の圧力とカソード側の圧力との差圧（以下、これを極間差圧という）を所定値以下に制御する必要がある。ここで、前述した燃料循環式燃料電池システムにおいて極間差圧を制御する場合、アノード側の圧力とカソード側の圧力をそれぞれ圧力センサで検出し、これを電気信号に変換して制御装置（ECU）に入力し、この入力信号に基づいて ECU が、燃料ガス供給系に設置した電／空式の圧力制御弁をフィードバック制御するシステムが容易に考えられるが、このようなシステムにすると、制御が極めて複雑になり、コスト高になるという問題がある。そこで、この発明は、極間差圧の制御性がよく且つコスト低減を図ることができる燃料循環式燃料電池システムを提供するものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項 1 に記載した発明は、燃料ガス（例えば、後述する実施の形態における水素ガス）と酸化剤ガス（例えば、後述する実施の形態における空気）とを供給されて電気を発生させる燃料電池（例えば、後述する実施の形態における燃料電池 1）を備え、該燃料電池から排出される燃料オフガス（例えば、後述する実施の形態における水素オフガス）を前記燃料ガスに合流させて供給する燃料循環式燃料電池システムにおいて、前記燃料オフガスの流路（例えば、後述する実施の形態における水素オフガス路 10、水素オフガス回収路 12）上で前記燃料オフガスを加圧し、加圧された前記燃料オフガスを前記燃料ガスに合流させた前記燃料電池供給前の燃料ガスの圧力からなる第 1 の推力と、前記燃料電池供給前の酸化剤ガスの圧力および弾性体（例えば、後述する実施の形態におけるスプリング 31）の押し付け力からなり前記第 1 の推力に対向する第 2 の推力とに基づいてバルブの開度調整を行うことにより、前記燃料電池に供給される燃料ガスの圧力を調整する燃料ガス圧力調整手段（例えば、後述する実施の形態における水素ポンプ 11 および燃料ガス圧力調整弁 7）、を有することを特徴とする。

【0006】このように構成することにより、燃料ガス圧力調整手段では、加圧後の燃料オフガスと燃料ガスとが合流した後のガス圧力と酸化剤ガスとの差圧、つまり燃料電池の極間差圧に基づいて機械的に開度調整が行われる。したがって、弾性体を所定に設定することにより、燃料電池の極間差圧を所望の範囲内に容易に制御することが可能になる。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、この発明に係る燃料循環式燃料電池システム（以下、燃料電池システムと略す）の

実施の形態を図1から図4の図面を参照して説明する。  
なお、この実施の形態における燃料電池システムは燃料電池自動車に搭載された態様である。図1は燃料電池システムの概略構成図である。燃料電池1は、固体高分子電解質膜の両側にアノードとカソードが設けられ各電極の外側に反応ガスを供給するためのガス通路が設けられてなるセルを多数積層して構成されている。この燃料電池1は、アノードに燃料ガスとしての水素ガスが供給され、カソードに酸化剤ガスとしての空気が供給されて発電を行う。

【0008】空気はエアコンプレッサ2によって加圧され、空気供給路3を通りカソード加湿器4で加湿された後に燃料電池1のカソードに供給され、この空気中の酸素が酸化剤として供された後、燃料電池1から空気オフガスとして空気オフガス路5に排出され、圧力制御弁6を介して大気に放出される。図示しない燃料電池用制御装置(ECU)は、燃料電池1に要求されている出力

(以下、要求出力)に応じて、エアコンプレッサ2の回転数を制御して所定量の空気を燃料電池1に供給するとともに、圧力制御弁6の開度を制御してカソード側の空気の供給圧を燃料電池1の要求出力に応じた圧力に調整する。

【0009】一方、図示しない高圧水素タンクから放出された水素ガスは燃料ガス圧力調整弁(燃料ガス圧力調整手段)7で減圧され、水素ガス供給路8を通してアノード加湿器9に流入し、アノード加湿器9で加湿された後、燃料電池1のアノードに供給される。この水素ガスは発電に供された後、燃料電池1から水素オフガスとして水素オフガス路10に排出される。水素オフガス路10に排出された水素オフガスは、水素ポンプ11で加圧され、水素オフガス回収路12を介して水素ガス供給路8に戻され、燃料ガス圧力調整弁7を介して供給される新規の水素ガスと合流し再び燃料電池1に供給され循環するようになっている。つまり、水素ポンプ11は水素オフガスの流路上に設けられており、水素オフガスは水素オフガス流路上で加圧されることとなる。

【0010】水素ポンプ11は、燃料電池1の要求出力に応じて回転数を制御されるようになっていて、燃料電池1の要求出力が大きくなるにしたがって回転数が大きくなるように制御される。つまり、燃料電池システムでは、燃料電池1の要求出力が大きくなるにしたがって水素オフガスの循環量が多くなるように制御される。図2は、この実施の形態での燃料電池1の出力と水素ポンプ11の消費電力との関係を示す図である。なお、水素ポンプ11の回転数を上げると、水素ポンプ11の消費電力が増大する。

【0011】燃料ガス圧力調整弁7は信号圧導入型のバイパス式圧力調整弁であり、燃料電池1に供給される前の空気圧力が信号圧として空気信号導入路13を介して入力され、燃料ガス圧力調整弁7出口の水素ガスの圧力

が前記信号圧に対して所定値(例えば10kPaあるいは20kPa)だけ高くなるように調圧する。

【0012】この燃料ガス圧力調整弁7について図3の概略断面図を参照して説明する。燃料ガス圧力調整弁7のボディ21の内部空間は調圧ダイヤフラム22a、22bによって上下に仕切られていて、ダイヤフラム22aよりも上側の空間は信号圧室23になっていて、ダイヤフラム22bよりも下側の空間は水素ガス通路24になっている。信号圧室23は空気導入孔25を備えた密閉空間になっていて、コンプレッサ2で加圧された空気が空気信号導入路13を介して空気導入孔25から信号圧室23に導入される。

【0013】水素ガス通路24はその中間部に弁座26を備えており、弁座26よりも上流側の水素ガス通路24aには、前記高圧水素タンクから放出された水素ガスが、水素ガス入口27を介して供給されるようになっている。また、弁座26よりも下流側の水素ガス通路24bは水素ガス出口28を介して水素ガス供給路8に接続されている。ダイヤフラム22a、22bはステム29によって連結され連動するようになっていて、ステム29は水素ガス通路24b内に突出して、その先端に弁体30を備えている。弁体30は水素ガス通路24a側から弁座26に着座離間可能になっていて、弁体30が弁座26に着座すると水素ガス通路24aと水素ガス通路24bは遮断されて燃料ガス圧力調整弁7は全閉状態となり、弁体30が弁座26から離間すると水素ガス通路24aと水素ガス通路24bが連通して燃料ガス圧力調整弁7は開弁状態となる。なお、図3は燃料ガス圧力調整弁7の全閉状態を示している。

【0014】また、信号圧室23には、ダイヤフラム22aを水素ガス通路24に接近する方向に押し付けるバイパス設定用のスプリング(弾性体)31が設置されており、スプリング31は、ダイヤフラム22aおよびステム29を介して、弁体30を弁座26から離間する方向に付勢する。

【0015】このように構成された燃料ガス圧力調整弁7では、水素ガス通路24b内の水素ガスの圧力がダイヤフラム22bの下面に作用するので、これに基づいて第1の推力がダイヤフラム22bの下面に上向きに作用し、一方、信号圧室23内の空気の圧力とスプリング31の押し付け力がダイヤフラム22aの上面に作用するので、これらに基づく第2の推力がダイヤフラム22aの上面に下向きに作用する。そして、ダイヤフラム22a、22bはこれら第1の推力と第2の推力の推力差に支配されて動くこととなる。すなわち、第1の推力が第2の推力よりも大きいときにはダイヤフラム22a、22bに上向きの力が作用し、弁体30を弁座26に接近させる方向(すなわち、閉弁方向)へ押動し、第1の推力が第2の推力よりも小さくなったときにはダイヤフラム22a、22bに下向きの力が作用し、弁体30を

弁座 26 から離間させる方向（すなわち、開弁方向）へ押動する。

【0016】ところで、信号圧室 23 に供給される空気の圧力は燃料電池 1 におけるカソード側のガス圧力とほぼ同圧である。また、水素ガス通路 24 b 内の水素ガスの圧力は、水素ポンプ 11 により加圧された水素オフガスと燃料ガス圧力調整弁 7 を介して新規に供給された水素ガスとが水素ガス供給路 8 で合流した水素ガスの圧力とほぼ同じである。このことから、水素ガス通路 24 b 内の水素ガスの圧力は、燃料電池 1 におけるアノード側のガス圧力とほぼ同圧であるといえることができる。したがって、この燃料ガス圧力調整弁 7 は、燃料電池 1 のカソード側のガス圧力とアノード側のガス圧力の差圧、すなわち極間差圧の大きさに応じてバルブの開度調整を行う圧力調整弁であり、極間差圧が所定の大きさになると前記第 1 の推力と前記第 2 の推力が平衡して弁開度が決定されることとなる。そして、スプリング 31 のバネ定数を所定に設定することにより、極間差圧を所望の大きさに設定することができることとなる。

【0017】換言すれば、燃料ガス圧力調整弁 7 は、水素ポンプ 11 によって加圧された水素オフガスを高圧水素タンクから供給された水素ガスに合流させた燃料電池 1 への供給前の水素ガスの圧力からなる第 1 の推力と、燃料電池 1 への供給前の空気の圧力およびスプリング 31 の押し付け力からなり前記第 1 の推力に対向する第 2 の推力とに基づいてバルブの開度調整を行って、燃料電池 1 に供給される燃料ガスの圧力を調整する燃料ガス圧力調整手段の一部である。図 4 において実線は、この燃料電池システムにおいて燃料電池 1 の出力を変化させたときの極間差圧の実測結果を示しており、燃料電池 1 の出力を変化させても極間差圧を所定の範囲内に制御できることを確認することができる。

【0018】このように、この燃料電池システムでは、燃料電池 1 から排出される水素オフガスを、燃料ガス圧力調整弁 7 を介して供給される新規の水素ガスに合流させて燃料電池 1 に供給する燃料循環式燃料電池システムでありながら、簡単な構成で、極間差圧を所望の範囲に容易に制御することができるようになり、コスト低減を図ることができる。

【0019】ところで、この燃料電池システムでは、水素ポンプ 11 を水素オフガス路 10 と水素オフガス回収路 12 の間、すなわち水素オフガスの流路上に設けるようにしたが、その理由を以下に説明する。図 5 に示すように、水素ポンプ 11 を、水素ガス供給路 8 の途中であって水素ガスと水素オフガスとの合流点よりも下流に設置してなる燃料電池システム（以下、これを比較例の燃料電池システムという）の場合、燃料ガス圧力調整弁 7 のダイヤフラム 22 b には、水素オフガスを水素ガスに合流させたガス圧力が作用するといえるものの、このガス圧力は水素ポンプ 11 で加圧する前のガス圧力であ

る。したがって、ダイヤフラム 22 b には燃料電池 1 のアノード側のガス圧力が作用することにはならない。そして、燃料ガス圧力調整弁 7 で水素ガスの圧力をカソード側のガス圧力に基づいて調整したにもかかわらず、この調整された水素ガスが水素ポンプ 11 で加圧されてから燃料電池 1 に供給されることとなるので、アノード側のガス圧力を制御するのが困難で、極間差圧を所定範囲に制御するのが困難な制御系となる。

【0020】図 4 において二点鎖線は、前記比較例の燃料電池システムにおいて、燃料電池 1 の出力を変化させたときの極間差圧の実測結果を示している。ここで、水素ポンプ 11 の制御条件は水素ポンプ 11 を水素オフガスの流路上に設置したときと同じとした。すなわち、図 2 に示すように燃料電池 1 の出力が大きくなるにしたがって水素ポンプ 11 の消費電力を大きくするように制御した。その結果、比較例の燃料電池システムの場合には、極間差圧を所定範囲内に制御することができず、燃料電池 1 の出力が大きくなるにしたがって極間差圧も大きくなってしまった。結局、水素ポンプ 11 を水素ガスと水素オフガスとの合流点よりも下流に設置したのでは、極間差圧の制御が困難になる。したがって、極間差圧の制御性を考慮すると水素ポンプ 11 は水素オフガスの流路上に設置しなければならないこととなる。

【0021】〔他の実施の形態〕尚、この発明は前述した実施の形態に限られるものではない。例えば、燃料ガス圧力調整弁 7 は水素ガスの圧力を信号圧の所定倍（例えば 1.1 ～ 1.3 倍）に調圧する比例式の調整弁であってもよい。

#### 【0022】

【発明の効果】以上説明するように、請求項 1 に記載した発明によれば、燃料ガス圧力調整手段の弾性体を所定に設定することにより、燃料電池の極間差圧を所望の範囲内に容易に制御することができるので、燃料循環式燃料電池システムのシステム構成が簡単になり、コスト低減を図ることができるという優れた効果が奏される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明に係る燃料循環式燃料電池システムの一実施の形態における概略構成図である。

【図 2】 前記実施の形態における燃料電池の出力と水素ポンプの消費電力の関係を示す図である。

【図 3】 前記実施の形態における燃料ガス圧力調整弁の断面図である。

【図 4】 燃料電池の出力変化に対する極間差圧の変化の実測結果を示す図である。

【図 5】 比較例における燃料電池システムの概略構成図である。

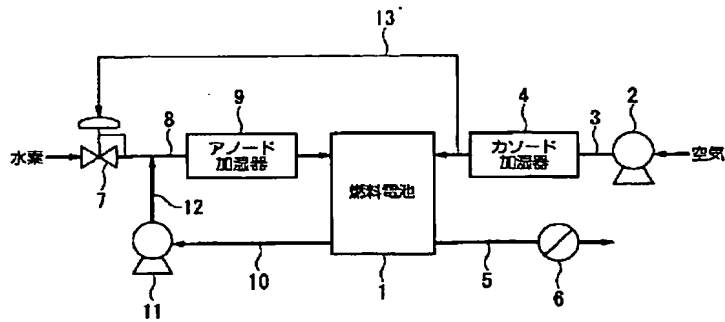
#### 【符号の説明】

- 1 燃料電池
- 7 燃料ガス圧力調整弁（燃料ガス圧力調整手段）
- 10 水素オフガス路（水素オフガスの流路）

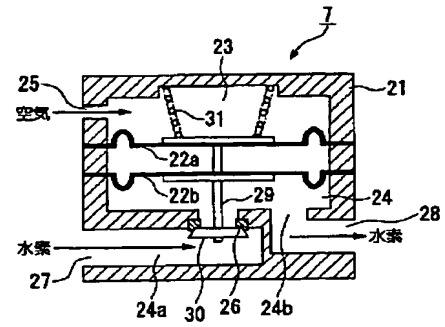
- 11 水素ポンプ (燃料ガス圧力調整手段)  
 12 水素オフガス回収路 (水素オフガスの流路)

- 31 スプリング (弾性体)

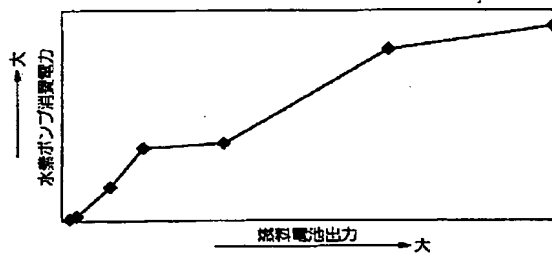
【図1】



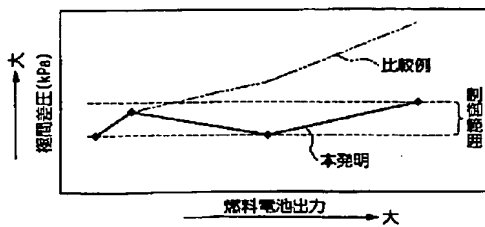
【図3】



【図2】



【図4】





【図5】

